

# **ANALISIS KEBOCORAN PIPA-PIPA API PADA KETEL UAP**

**DI MV. MERATUS MAMIRI**



**Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar**

**Sarjana Terapan Pelayaran**

**Disusun Oleh :**

**APRILIA ARIEF SETIAWAN**

**NIT. 51145428 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN  
SEMARANG  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS KEBOCORAN PIPA-PIPA API PADA KETEL UAP DI MV.  
MERATUS MAMIRI**

DISUSUN OLEH :

**APRILIA ARIEF SETIAWAN**

**NIT. 51145428. T**

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan

Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Pada tanggal,

Dosen Pembimbing  
Materi

Dosen Pembimbing  
Metodologi dan Penulisan

**H. MUSTOLIQ, M.M., Mar.E**

**Pembinaa (IV/a)**

**NIP. 19650320 199303 1 002**

**PURWANTONO, S.Psi, M.Pd**

**Penata tingkat I, (III/d)**

**NIP. 19661015 199703 1 022**

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknika

**H. AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar.E**

**Pembina, (IV/a)**

**NIP. 19641212 199808 1 001**

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS KEBOCORAN PIPA-PIPA API PADA KETEL UAP DI MV. MERATUS MAMIRI

Disusun Oleh:

**APRILIA ARIEF SETIAWAN**  
NIT 51145428. T

Telah diuji dan disahkan oleh Dewan Penguji serta dinyatakan lulus  
dengan nilai 89,83 pada tanggal 07-02-2019

Penguji I

**DWI PRASETYO, M.M., M.Mar.E**  
Penata Tingkat I (III/d)  
NIP. 19741209 199808 1 001

Penguji II

**H. MUSTOLIQ, M.M., M.Mar.E**  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19650320 199303 1 002

Penguji III

**SRI PURWANTINI, S.Pd., M.M.**  
Penata Tingkat I (III/d)  
NIP. 19661217 198703 2 002

Dikukuhkan Oleh :

DIREKTUR POLITEKNIK ILMU PELAYARAN  
SEMARANG

**Dr. Capt. MASHUDI ROFIK, M.Sc, M.Mar**  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19670605 199808 1 001



## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : APRILIA ARIEF SETIAWAN

NIT : 51145428. T

Jurusan : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul, “ Analisis kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap di MV. Meraatus Mamiri” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan bukan hasil jiplakan dari skripsi orang lain dan saya bertanggung jawab atas judul maupun isi dari skripsi ini. Bilamana skripsi saya terbukti merupakan jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia untuk menerima sanksi.

Semarang, 4 Februari 2019

Yang menyatakan,



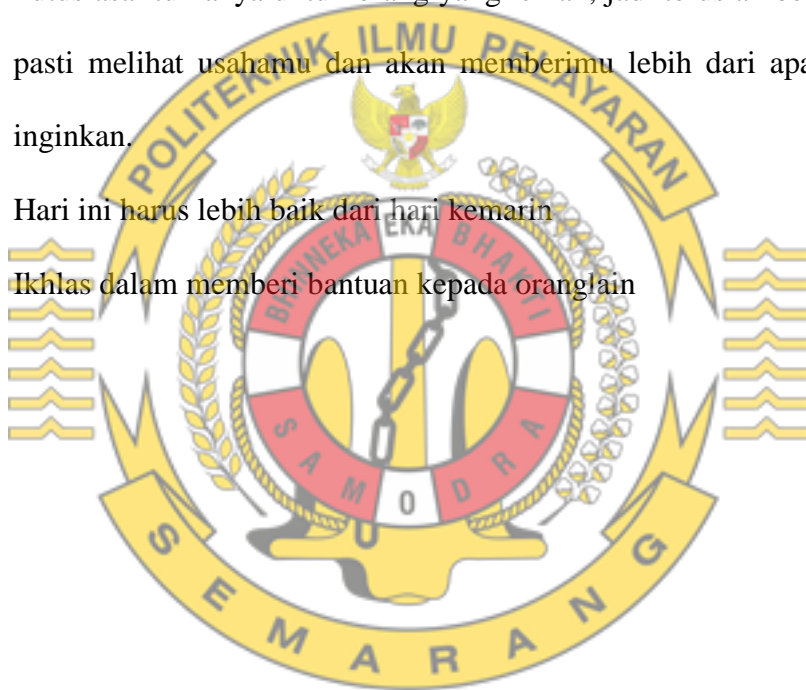
**APRILIA ARIEF SETIAWAN**

NIT. 51145428. T



## HALAMAN MOTTO

1. Janganlah lepas dari restu orang tua, karena restu orang tua adalah kunci dari kesuksesan.
2. Perbanyak bersyukur dan kurangi mengeluh.
3. Berusaha sebaik mungkin dengan penuh rasa ikhlas dan tanggung jawab, Insyaallah hasil tidak akan jauh dari usaha.
4. Putus asa itu hanya untuk orang yang lemah, jadi teruslah berjuang, Allah pasti melihat usahamu dan akan memberimu lebih dari apa yang kamu inginkan.
5. Hari ini harus lebih baik dari hari kemarin
6. Ikhlas dalam memberi bantuan kepada oranglain



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mempersembahkan skripsi yang telah penulis susun ini kepada :

1. Ucapan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang.
2. Orangtua tercinta Ibu (Hartini) ,ayah (Bambang supriyanto alm) dan adik (Nurul) serta keluarga tercinta yang tak henti-hentinya memberikan do'a, perjuangan, pengorbanan, harapan, serta dukungan moral dan materil.
3. Teman-teman Kasta Solo Raya dan senior yang selalu memberikan semangat dan motivasi tiada henti
4. Orang yang saya sayangi yang telah memberi dukungan dan bantuan kepada penulis selama menyusun skripsi ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu sehingga dapat selesai pada waktunya.

## KATA PENGANTAR

Segala hormat puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang karena sesuai dengan kehendak-Nya tugas skripsi dengan judul “Analisis kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap di MV. Meratus Mamiri” dapat diselesaikan dengan baik.

Penulisan skripsi ini disusun bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dan kewajiban bagi Taruna Program Diploma IV Program Studi Teknika yang telah melaksanakan prektek laut dan sebagai persyaratan untuk mendapatkan ijazah Sarjana Terapan Pelayaran di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada yang Terhormat:

1. Bapak Dr. Capt. Mashudi Rofiq, M.Sc., M.Mar., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak H. Amad Narto, M.Pd, M.Mar.E, selaku Ketua Jurusan Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak H. Mustoliq, M.M.,Mar.E selaku Dosen Pembimbing Materi Penulisan Skripsi yang dengan sabar dan bertanggung jawab telah memberi, bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Purwantono,S.Psi,M.Pd selaku Dosen Pembimbing penulisan skripsi yang telah bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen yang dengan sabar dan penuh perhatian serta bertanggung jawab serta bersedia memberikan pengarahan dan bimbingan selama penulis menimba ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.



6. Civitas Akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan dukungannya
7. Seluruh Perwira maupun awak kapal MV. Meratus Mamiri yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.



## DAFTAR ISI

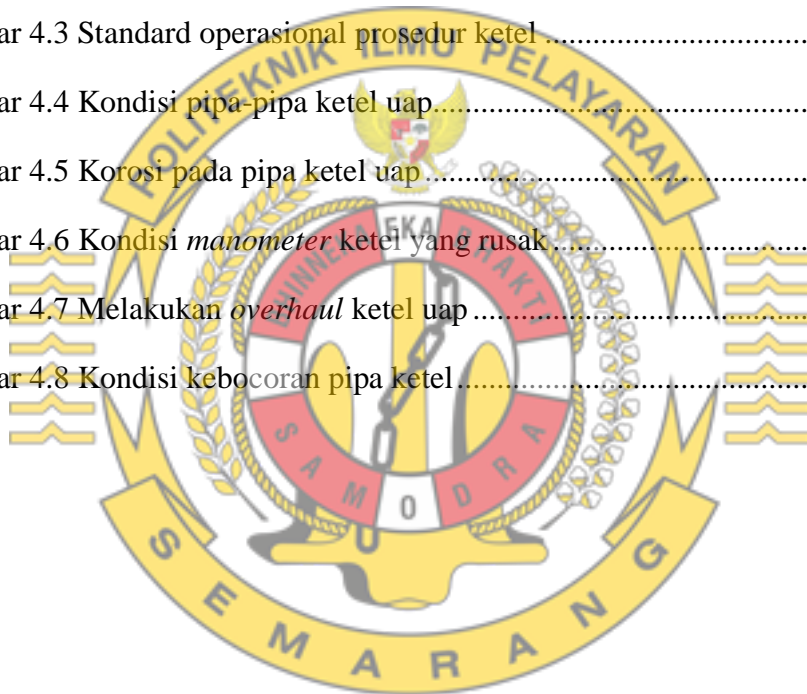
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAKSI .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
A. Latar belakang Penelitian.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	4
E. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II      LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka.....	8
B. Kerangka Pemikiran .....	21

	C. Definisi Operasional .....	22
BAB III	METODE PENELITIAN	
	A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
	B. Metodologi Penelitian .....	24
	C. Metode Pengumpulan Data .....	26
	D. Teknik Analisis Data .....	29
BAB IV	ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMECAHAN MASALAH	
	A. Gambaran Umum .....	33
	B. Analisa Masalah .....	38
	C. Pembahasan Masalah .....	57
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan .....	68
	B. Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		



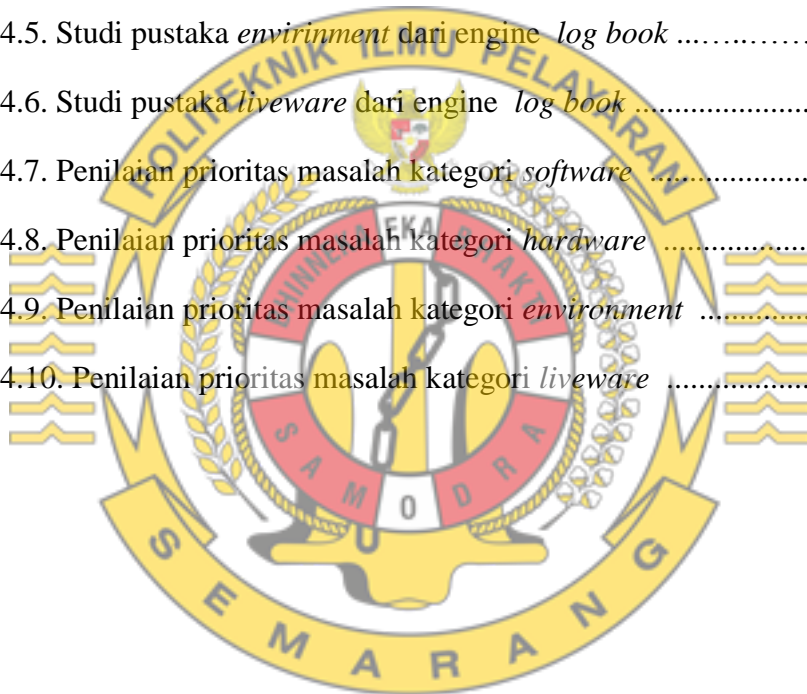
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ketel uap <i>fire tube Scotch horizontal</i> .....	9
Gambar 2.2 Aliran api didalam ketel uap .....	9
Gambar 2.3 Kerangka pikir .....	21
Gambar 4.1 Ketel uap .....	35
Gambar 4.2 Kerusakan pada <i>system alarm</i> diketel uap .....	40
Gambar 4.3 Standard operasional prosedur ketel .....	41
Gambar 4.4 Kondisi pipa-pipa ketel uap.....	43
Gambar 4.5 Korosi pada pipa ketel uap .....	43
Gambar 4.6 Kondisi <i>manometer</i> ketel yang rusak.....	44
Gambar 4.7 Melakukan <i>overhaul</i> ketel uap .....	46
Gambar 4.8 Kondisi kebocoran pipa ketel .....	52



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Skala prioritas .....	32
Tabel 3.2. Penilaian prioritas masalah .....	33
Tabel 4.1. Spesifikasi Ketel uap .....	35
Tabel 4.2. Perawatan berkala ketel uap .....	37
Tabel 4.3. Studi pustaka <i>software</i> dari <i>engine log book</i> .....	49
Tabel 4.4. Studi pustaka <i>hardware</i> dari <i>engine log book</i> .....	50
Tabel 4.5. Studi pustaka <i>envirinment</i> dari <i>engine log book</i> .....	50
Tabel 4.6. Studi pustaka <i>liveware</i> dari <i>engine log book</i> .....	51
Tabel 4.7. Penilaian prioritas masalah kategori <i>software</i> .....	58
Tabel 4.8. Penilaian prioritas masalah kategori <i>hardware</i> .....	59
Tabel 4.9. Penilaian prioritas masalah kategori <i>environment</i> .....	59
Tabel 4.10. Penilaian prioritas masalah kategori <i>liveware</i> .....	60



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Wawancara dengan Masinis 3

Lampiran 2. Hasil Wawancara dengan KKM

Lampiran 3 *Ship's Particular*

Lampiran 4 MV. Meratus Mamiri *Crew List*

Lampiran 5. Gambar kondisi pipa ketel uap

Lampiran 6. Gambar *Cascade tank & Manometer* rusak

Lampiran 7. Gambar tabel untuk mengisi data kualitas air

Lampiran 8. Gambar panduan pengetesan air

Lampiran 9. *Chemical properties store on board on*





## ABSTRAKSI

**Aprilia Arief Setiawan**, 2019, NIT : 51145428.T, “*Analisis kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap di MV Meratus Mamiri*”, skripsi Program Studi Teknik, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: H. Mustoliq, M.M.,Mar.E dan Pembimbing II: Purwantono, S.Psi, M.Pd

Ketel uap adalah bejana tertutup yang dapat menghasilkan uap panas dengan tekanan lebih besar dari satu atmosfer. Kebocoran pada pipa-pipa api akan mempengaruhi kerja dari ketel uap. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor yang menyebabkan kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap, dampak dari kebocoran pipa-pipa pada ketel uap, dan upaya untuk mengatasi faktor yang menyebabkan kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap.

Metode yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif kualitatif dengan teknik analisis pendekatan yaitu metode SHEL dan USG, dimana SHEL ( *software, hardware, environment, liveware* ) digunakan untuk menentukan kemungkinan faktor-faktor masalah berdasarkan dan kemudian dianalisis menggunakan teknis analisis data USG ( *urgency, seriousness, growth* ) untuk menentukan faktor masalah yang menjadi prioritas utama.

Dari hasil penelitian menunjukan bahwa penyebab kebocoran pipa-pipa api adalah perawatan yang tidak sesuai, timbulnya kebocoran pada pipa-pipa api disebabkan oleh perawatan yang dilakukan yang tidak sesuai *maintenance plan*, terdapat korosi pada pipa-pipa yang menyebabkan kebocoran pipa-pipa api, kualitas air ketel uap yang buruk, dan kurangnya pengetahuan dan pengalaman *engineer* tentang ketel uap. Untuk mengatasi faktor-faktor tersebut dapat dilakukan dengan melakukan *maintenance plan* sesuai jadwal, melakukan perawatan pada pipa-pipa didalam ketel uap, melakukan pengetesan kualitas air ketel sesuai petunjuk yang telah ditentukan, dan memberikan training dan familiarisasi kepada *engineer* tentang permesinan diatas kapal.

**Kata kunci :** Kebocoran, Pipa Api, Ketel Uap

## ABSTRACT

**Aprilia Arief Setiawan**, 2019, NIT : 51145428. T, “*Analysis of leakage of fire pipes in the steam boiler at MV Meratus Mamiri*”, minithesis for Engineering Department Program, Diploma IV Program, Semarang Merchant Marine Polytechnic, Lecture I : H. Mustoliq, M.M., Mar.E and Lecture II: Purwantono, S.Psi, M.Pd

A boiler is a closed vessel that can produce hot steam with a pressure greater than one atmosphere. Leaks in fire pipes will affect the work of the boiler. The purpose of this study was to determine the factors that caused the leakage of fire pipes in the boiler, the impact of the leakage of pipes on the boiler, and efforts to overcome the factors that caused the leakage of fire pipes in the steam boiler.

The method used is descriptive qualitative research method with approach analysis techniques, namely the SHEL and USG methods, where SHEL (software, hardware, environment, liveware) is used to determine the possible problem factors based on and then analyzed using USG data analysis techniques (urgency, seriousness, growth) to determine the problem factors that are the top priority.

From the results of the study, it was pointed out that the cause of the fire pipes leakage was inappropriate treatment, it can be concluded that the emergence of leaks in fire pipes caused by maintenance carried out that is not in accordance with the maintenance plan, there is corrosion of the pipes that cause leakage of pipes fire, poor quality of boiler water, and lack of knowledge and experience of steam boiler engineers. To overcome these factors can be done by doing a maintenance plan according to the schedule, carrying out maintenance on the pipes in the steam boiler, testing the quality of the boiler water according to the prescribed instructions, and providing training and familiarization to the engineer about the engine on board.

**Key words** : Leakage, fire tube, Auxiliary Boiler

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Ketel uap adalah bejana tertutup yang dapat menghasilkan uap panas dengan tekanan lebih besar dari satu atmosfer, dengan jalan memanaskan air yang berada di dalam tabung tertutup tersebut dengan media gas panas hasil dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara pada saat kapal sedang dalam pelayaran maupun pada saat kapal sedang berlabuh.

Untuk mencukupi kebutuhan uap bertekanan mengingat pentingnya fungsi uap bertekanan tersebut untuk menunjang operasional kapal. Tersedianya uap panas merupakan hal yang mutlak bagi kelancaran operasional permesinan yang membutuhkan, misalnya untuk pemanas bahan bakar F.O, pemanas minyak lumas, pemanas akomodasi saat musim dingin, pemanas air tawar, dan lain-lain. Kegiatan pelayaran dapat terganggu jika produksi uap panas mengalami masalah, karena pengaruh peralatan dan kerja dari komponen ketel uap yang kurang baik atau sebab yang lain yang menyebabkan ketel uap mengalami gangguan.

Diperlukan pemahaman terhadap ketel uap khususnya pada komponen yang mudah rusak dan bocor yang nantinya akan mengganggu pesawat-pesawat bantu yang menggunakan ketel uap harus selalu dalam keadaan baik. Perawatan ketel uap harus sesuai dengan jam kerja atau yang ditentukan oleh pabrik pembuatnya. Perawatan yang dimaksud adalah perawatan pipa-pipa, agar ketel uap dapat beroperasi dengan baik.



Pipa api ini berfungsi mengalirkan gas panas hasil pembakaran ke saluran pipa-pipa yang diselubungi oleh air. Berbagai desain saluran pipa berbeda dibuat untuk memaksimalkan penyerapan panas dari gas buang hasil pembakaran tersebut. Level air di dalam tangki ketel uap, wajib terjaga ketinggiannya untuk menghindari *overheat*. Di sisi lain ketel uap ini juga dilengkapi dengan *safety relief valve* yang berfungsi untuk melepas tekanan berlebih sehingga terhindar dari ledakan. Hal ini mutlak dilaksanakan untuk menjaga pipa api tetap dalam kondisi normal agar tidak mengganggu proses penguapan pada ketel uap sehingga mampu memproduksi uap secara optimal nantinya.

Dalam kenyataannya, ketel uap sering kali mengalami gangguan-gangguan, seperti yang pernah terjadi di MV. Meratus Mamiri pada tanggal 27 September 2017 saat kapal berlabuh ketel uap mengalami trip. Kondisi sering mengalami trip pada ketel uap ini berlangsung kurang lebih selama dua bulan terjadi ketika kapal sedang berlabuh atau sandar. Dalam kondisi ini masinis tiga selaku juga masinis yang bertanggung jawab terhadap ketel uap karena kondisi ini sudah sering terjadi masinis tiga mengambil tindakan menuju ke ketel uap untuk melakukan pengecekan terhadap kondisi ketel uap dari luar dan melihat tabung *Soot Drain* selalu mengeluarkan air. Akibat dari keluarnya air dari *Soot Drain* semakin banyak dan tekanan uap dari ketel uap semakin turun masinis tiga melakukan tindakan mematikan ketel uap dan menunggu sampai ketel uap dalam keadaan dingin, selanjutnya dilakukan pengecekan komponen di luar dan di dalam ketel uap, pengecekan komponen di dalam ketel uap dilakukan dengan cara membuka dek sel dan mengamati komponen

dengan penerangan senter, setelah melakukan pengecekan komponen ditemukan genangan air didalam ketel uap dan diduga adanya kebocoran pada pipa-pipa api. Ketel uap hanya digunakan pada saat kapal berlabuh dan dipelabuhan. Jika ketel uap mengalami gangguan akan berpengaruh terhadap pengoperasian kapal.

Dilatar belakang oleh perbedaan antara pernyataan secara teori yang berbeda dengan kenyataan yang terjadi, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap di MV. Meratus Mamiri”

## **B. Rumusan Masalah**

Dengan mencermati latar belakang dan judul yang sudah ada, peneliti merumuskan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Faktor-faktor apakah yang menyebabkan kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap ?
2. Dampak apa yang ditimbulkan terhadap kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap?
3. Upaya apa yang dilakukan untuk mengatasi faktor-faktor penyebab terjadinya kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap?

## **C. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan permasalahan yang telah dirumuskan, tujuan penelitian yang hendak dicapai adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan kebocoran pipa-pipa pada ketel uap.

2. Untuk mengetahui Dampak apa yang ditimbulkan terhadap kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap.
3. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan untuk mengatasi faktor-faktor penyebab kebocoran pipa-pipa pada ketel uap.

#### **D. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat teoritis
  - a. Untuk menambah pengetahuan bagi pembaca, pelaut, maupun kalangan umum dalam memahami kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap.
  - b. Memberikan wawasan taruna dan taruni PIP Semarang tentang betapa pentingnya perawatan terhadap ketel uap diatas kapal
2. Manfaat praktis
  - a. Bagi para masinis diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan mengenai perawatan yang konsisten dan berkala terhadap pipa-pipa uap ketel.
  - b. Sebagai usulan dan saran untuk Crew MV. Meratus Mamiri dalam mengatasi kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap.

#### **E. Sistematika penulisan**

Untuk mempermudah pembaca dalam mengetahui pokok-pokok permasalahan serta bagian-bagiannya, maka peneliti membuat skripsi ini menjadi lima bab, dimana tiap-tiap bab selalu dapat berkesinambungan dalam pembahasan yang merupakan suatu rangkaian yang tidak dapat dipisahkan, maka sistematika penelitian sebagai berikut :

## BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi. Latar belakang berisi tentang alasan penelitian judul dan pentingnya judul skripsi dan diuraikan pokok-pokok pikiran beserta data pendukung tentang pentingnya judul yang dipilih. Rumusan masalah adalah uraian tentang masalah yang diteliti, dapat berupa pernyataan dan pertanyaan. Tujuan penelitian berisi tujuan spesifik yang ingin dicapai melalui kegiatan penelitian. Manfaat penelitian berisi uraian tentang manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian bagi pihak-pihak yang berkepentingan. Sistematika penulisan skripsi berisi susunan tata hubungan bagian skripsi yang satu dengan bagian skripsi yang lain dalam satu runtutan pikir.

## BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini terdiri dari tinjauan pustaka dan kerangka pikir penelitian. Tinjauan pustaka berisi teori-teori atau pemikiran-pemikiran serta konsep-konsep yang melandasi judul penelitian. Kerangka pikir penelitian merupakan pemaparan penelitian kerangka berfikir atau pentahapan pemikiran secara kronologis dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan penelitian berdasarkan pemahaman teori dan konsep.

## BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini terdiri dari waktu dan tempat penelitian, metode



penelitian, sumber data, metode pengumpulan data dan teknik analisis data. Waktu dan tempat penelitian menerangkan lokasi dan waktu dimana dan kapan penelitian dilakukan. Data yang diperlukan merupakan cara mengumpulkan data yang dibutuhkan. Metode pengumpulan data adalah prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data yang diperlukan. Teknik analisis data berisi mengenai alat dan cara analisis data yang digunakan dan pemilihan alat dan cara analisis harus konsisten dengan tujuan penelitian.

#### BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA

Pada bab ini terdiri dari gambaran umum objek yang diteliti, analisis masalah dan permasalahan masalah. Gambaran umum objek penelitian adalah gambaran umum objek yang diteliti. Analisis masalah merupakan bagian inti dari skripsi dan berisi pembahasan hasil penelitian yang diperoleh.

#### BAB V PENUTUP

Pada bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran. Kesimpulan adalah hasil pemikiran deduktif dari sebuah penelitian tersebut. Pemaparan kesimpulan dilakukan secara kronologis, jelas dan singkat, bukan merupakan pengulangan dari bagian pembahasan hasil pada bab IV. Saran merupakan pemikiran peneliti sebagai alternatif terhadap upaya pemecahan masalah.

Daftar Pustaka

Lampiran

## Daftar Riwayat Hidup



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Analisa

Analisa berasal dari Bahasa kuno yaitu analisis yang artinya melepaskan analisis terbentuk dari dua suku kata, yaitu “ana” yang berarti kembali, dan “luein” yang artinya melepas kembali atau menguraikan. Kata analisis ini diserap kedalam Bahasa Inggris menjadi *analysis* yang kemudian diserap juga kedalam Bahasa Indonesia menjadi analisa. Analisa atau *analysis* adalah suatu usaha untuk mengamati secara detail sesuatu hal atau benda dengan cara menguraikan komponen-komponen pembentuknya atau penyusunnya untuk dikaji lebih lanjut. (Ibrahim, 2013).

##### 2. Ketel Uap

###### a. Pengertian Ketel Uap

Menurut Handoyo (2016:15) Ketel uap adalah sebuah bejana tertutup pembentuk uap dengan tekanan lebih besar dari 1 (satu) atmosfer atau 1 (satu) bar. Apabila air dipanaskan di dalam tabung tertutup tersebut oleh gas-gas panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di dalam dapur ketel, maka uap panas bertekanan tinggi akan dihasilkan.

Berdasarkan pernyataan Handoyo (2016:15) bahwa ketel uap adalah sebuah pengembangan dari berbagai percobaan dari tabung air yang dipanaskan dan menghasilkan uap panas yang bertekanan, dan mampu

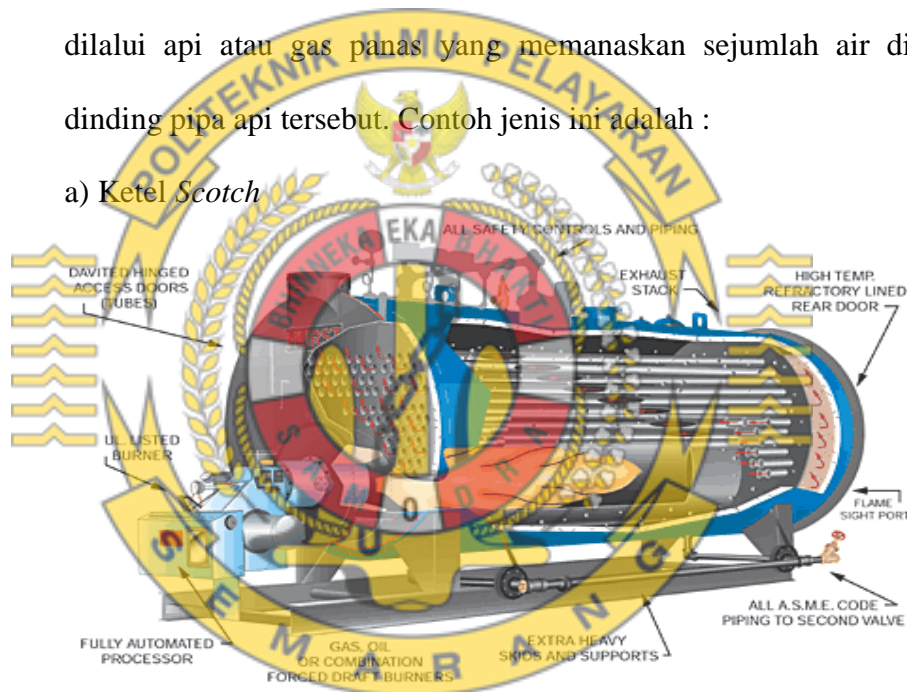
menjadi sumber tenaga untuk menggerakkan sesuatu pesawat uap yang merubah dari tenaga uap menjadi tenaga kinetis dan pada akhirnya menjadi tenaga putar dan seterusnya.

Kemudian Handoyo (2016:15) menjelaskan lagi bahwa ketel uap yang kita kenal saat ini secara umum dibagi dua, yaitu:

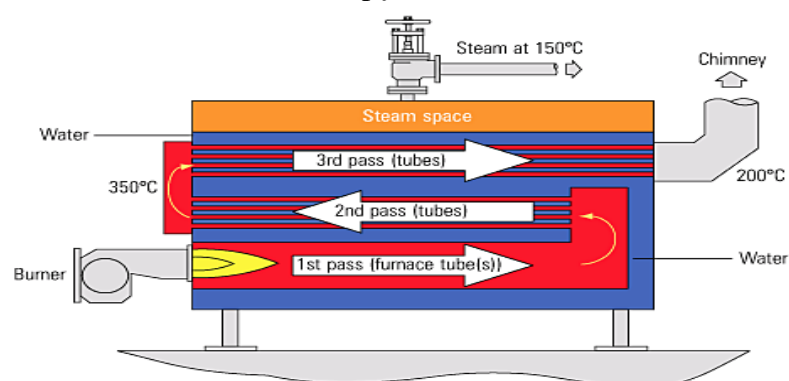
1) Ketel uap yang menggunakan pipa api (*fire tubes steam boiler*)

Yaitu sebuah ketel uap yang menggunakan ratusan pipa-pipa untuk dilalui api atau gas panas yang memanaskan sejumlah air dibalik dinding pipa api tersebut. Contoh jenis ini adalah :

a) Ketel *Scotch*



Gambar 2.1 ketel uap *fire tube Scotch horizontal*



Gambar 2.2 Aliran api didalam ketel uap



### b) Bahan

Untuk suhu uap sampai 200<sup>0</sup>C masih dapat digunakan bahan baja biasa yang mengandung unsur karbon biasa. Untuk suhu uap lebih dari 200<sup>0</sup>C sampai 270<sup>0</sup>C harus menggunakan bahan baja dipadu dengan bahan lain, untuk kontak atau tabung baja dengan 0.5% *molybdenum*, dan untuk pipa pemanas lanjut dari bahan baja dipadu dengan 1% *chromium* dan 0,5% *molybdenum*. Apalagi untuk penyangga yang nyata selalu mempunyai suhu jauh lebih tinggi dari pada pipa pemanas lanjut harus dibuat dari baja yang tahan oksidasi dengan dipadu dengan 60% *chromium* dan 40% *nickel* atau dapat juga dicampuri dengan *silicium-chromium-aluminium*. (Hamid Tridjono, 1996).

### b. Persyaratan Ketel Uap

Ketel uap adalah pesawat bantu yang sangat sederhana dan pada kapal yang mesin penggerak utamanya (*main engine*) menggunakan mesin *diesel*, maka fungsi ketel uap hanyalah sebagai pesawat bantu, yaitu untuk menggerakkan turbin uap bantu, pompa-pompa, derek, sebagai pemanas (*heater*) dan lain-lain (Handoyo, 2016:16). Adapun syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh ketel uap adalah :

- 1) Ketel uap dalam waktu tertentu harus dapat menghasilkan uap dengan berat dan tekanan lebih besar dari 1 (satu) atmosfer serta uap yang dihasilkan harus sedikit mungkin mengandung kadar air.
- 2) Ketel uap yang dilengkapi pemanas uap lanjut, maka pada pemakaian uap yang tidak tetap, suhu uap tidak boleh banyak berubah dan harus dapat diatur dengan mudah. Pada saat kapal sedang berolah gerak (*manoeuvre*) dimana pemakaian uap banyak berubah, maka tekanan uap diharapkan tidak boleh banyak berubah atau tekanan harus tetap.
- 3) Pemakaian uap harus sehemat mungkin dan dapat seimbang antara pemakaian uap dengan produksi uap dari ketel uap tersebut.

Pengopakan ketel uap diharapkan sehemat mungkin pemakaian bahan bakarnya dan tenaga uap yang dipergunakannya.

### c. Appendasi Ketel

Sebuah ketel uap harus dilengkapi dengan appendasi dan apabila salah satu dari appendasi tersebut ada yang mengalami masalah atau kerusakan akan mengakibatkan terganggunya pengoperasian ketel uap. Agar berjalan dengan lancar maka appendasi tersebut harus dirawat dengan baik dan benar sesuai dengan prosedur. Adapun appendasi tersebut adalah sebagai berikut:

#### 1) Appendasi yang berhubungan dengan ruangan uap

##### a) Dua Buah Katup keamanan

Adapun kegunaan dari katup keamanan adalah sebagai berikut :

- i. Untuk membuang kelebihan uap dari ketel uap guna mencegah agar tekanan didalam ketel uap tidak melebihi dari tekanan kerja yang telah ditentukan menurut peraturan.
- ii. Untuk segera mengeluarkan uap atau air sewaktu terjadinya kerusakan pada ketel uap untuk perbaikan.
- iii. Untuk bisa segera mengosongkan uap dari ketel uap jika oleh petugas dikehendaki pemeriksaan dengan segera.

Untuk ketel uap yang dilengkapi dengan sebuah pemanas lanjut uap, maka katup keamanan diletakan pada ketel uapnya sendiri serta pada saluran bagian keluar dari pemanas lanjut uap. Katup pada pemanas lanjut ini membukanya pada tekanan yang lebih rendah dari pada tekanan buka dari katup yang ditempatkan pada ketel uap.

Terdapat dua jenis katup keamanan, yaitu katup keamanan dengan beban bobot dan katup keamanan dengan beban pegas, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk ketel uap dikapal hanya berlaku katup keamanan dengan beban pegas yang secara langsung.

b) Satu Buah *Manometer*

Kegunaan alat ini adalah untuk menunjukkan tekanan uap yang berada dalam sebuah ketel uap dengan jelas dan tepat. Dengan adanya *manometer* ini pengoperasian ketel uap akan lebih aman, untuk itu *manometer* merupakan suatu alat yang harus mendapat perhatian khusus, karena hubungan ketel uap dengan *manometer* sangat erat kaitannya untuk kelancarannya kerja sebuah ketel uap, jenis *manometer* yang umum dipakai adalah jenis *manometer bourdon*.

Penunjukkan yang dilakukan oleh *manometer* adalah tekanan di atas tekanan udara, sebab yang bekerja di dalam ketel uap yaitu tekanan di atas tekanan atmosfer, maka tekanan di dalam ketel uap sama dengan tekanan udara luar, *manometer* akan menunjukkan angka nol, pembacaan skala bisa dinyatakan dalam satuan  $\text{kg/cm}^2$  atau psi.

c) Satu Buah Katup Uap Utama

Katup uap utama adalah katup induk yang digunakan untuk pengeluaran uap pertama kali dari drum uap. Katup ini juga merupakan katup yang terbesar dari semua katup uap pada ketel

tersebut, yang langsung mengeluarkan uap dari ketel tersebut untuk semua kebutuhan uap di kapal. Adapun persyaratan katup uap utama adalah :

- i. Harus dipasang sedekat mungkin dengan ketel.
- ii. Harus dapat dioperasikan dari atas deck kapal.
- iii. Tidak boleh terbuat dari dari kuningan (*bronze*) bila suhu uap lebih dari  $214^{\circ}\text{C}$ .
- iv. Tidak boleh terbuat dari besi tuang, bila tekanan kerja uap lebih dari 3 atm.

d) Satu Buah Katup Cerat Udara

Katup cerat udara ini ditempatkan pada bagian paling atas dari drum uap dan digunakan untuk membuang udara didalam ketel uap yang pada umumnya dibuka pada saat pembakaran awal ketel uap sampai ketel menghasilkan produksi uap 1 bar, dengan udara yang harus dikeluarkan dari dalam sistim untuk mencegah terjadinya oksidasi dan terbentuknya karat pada sistim.

e) Satu Buah Katup Gelas Penduga Sisi Uap

Katup gelas penduga adalah katup-katup kecil yang dapat bekerja membuka dan menutup secara cepat, gunanya untuk mengalirkan uap ke gelas penduga, untuk penimbangan tekanan didalam tabung gelas penduga.

d. Appendasi yang berhubungan dengan ruangan air

a) Gelas penduga



Gelas penduga dalam ketel uap adalah sebuah alat dari pengontrol yang sangat penting dan berfungsi membantu system keamanan ketel uap tersebut. Untuk itu gelas penduga perlu dipasang pada sebuah ketel uap guna mengetahui tinggi permukaan air di dalam ketel uap tersebut. Karena gelas penduga ini sangat erat sekali hubungannya dengan proses pengoperasian ketel uap agar aman dan lancar. Pada ketel uap terdapat tiga buah gelas penduga yang berhubungan yaitu:

- i. Gelas penduga untuk ketel uap tekanan rendah
- ii. Gelas penduga untuk ketel uap tekanan tinggi
- iii. Gelas penduga refleksi (klinger)

b) Katup pengisian air ketel uap

Adapun kegunaan dari katup pengisian air pada ketel uap adalah sebagai berikut :

- i. Untuk mengatur jumlah air pengisian yang masuk ke dalam ketel uap.
- ii. Untuk mencegah agar air tidak kembali keluar saluran pengisian pada saat ada gangguan pada pompa pengisiannya, misalnya pompa mati.
- iii. Untuk membuka aliran air yang masuk ke dalam ketel

c) Katup *Blowdown*

Kegunaan katup *blowdown* adalah untuk mengeluarkan air ketel uap sebagian atau seluruhnya. Tujuan mengeluarkan sebagian air ketel uap adalah untuk membuang kotoran-kotoran

yang mengendap dibagian bawah ketel uap dan mengeluarkan seluruh air ketel uap atau mengosongkan ketel uap dilakukan jika dianggap perlu.

### 3. Pengertian Air Ketel dan Air Pengisian

Pengertian dari air ketel adalah air yang telah ikut atau mengalami peredaran dalam siklus terjadinya uap, hingga dikondensasi, dan jadi uap lagi (peredaran lingkaran). Sedangkan air pengisian adalah air yang disediakan untuk menambah air ketel yang telah hilang dalam peredaran lingkaran (Riandry, 2015).

#### a. Sumber Air Ketel

Menurut Handoyo (2016:118), air yang digunakan sebagai air ketel dapat berasal dari :

##### 1) Air Tanah

Air tanah atau air sumur, yaitu air yang diambil langsung dari sumur-sumur pompa pada umumnya. Air tanah harus dilihat kondisi tanah dan lokasinya apakah dekat dengan pantai ataukah jauh.

##### 2) Air Sungai

Air sungai yaitu air yang langsung dari sungai, air sungai ini kurang baik dipakai sebagai air ketel, karena sudah tercemar dengan garam (payau), terutama air yang diambil dekat dengan muara. yang tidak baik untuk air pengisian ketel uap.

##### 4) Air Danau

Air danau yaitu air yang diambil dari danau, air danau ini juga masih kurang baik karena tingkat kekerasan atau keasaman masih cukup tinggi.

### 1) Air Destilasi

Air destilasi yaitu air yang diproduksi dari *Evaporator (Fresh Water Generator)*, air jenis inilah yang paling baik dipergunakan untuk air ketel, tetapi masih juga perlu ditambahkan bahan kimia untuk menetralkan sifat-sifat air tersebut.

### 2) Air Leding

Air leding, yaitu air yang di produksi dari perusahaan air minum, air ini juga tidak menentu kondisinya yang dipengaruhi oleh kota-kota yang dekat pantai laut.

### 3) Air Kondensat

Air kondensat yaitu air yang terbentuk dari uap bekas yang didinginkan di dalam kondensor dan menjadi air kondensat. Air kondensat ini juga hampir sama dengan air destilasi yang dianggap paling baik untuk dipakai sebagai air ketel, karena merupakan bagian proses sistim perjalanan air ketel itu sendiri (peredaran lingkaran).

### b. Persyaratan Air Ketel

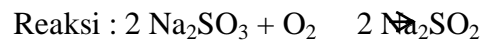
Handoyo (2016:120) menjelaskan bahwa air ketel harus memenuhi syarat-syarat, yaitu: bebas dari kotoran, bebas dari gas yang memicu korosif, bebas dari kekerasan, bebas dari kadar garam, bebas dari keasaman dan harus bersifat alkalis (basa).

### 4. Bahan kimia yang bisa dipakai dalam perawatan air *boiler* adalah :

#### a. *Sulfite*

Fungsi : Untuk menghilangkan oksigen terlarut dari air umpan *boiler*

Prinsip Kerja: *Sodium Sulfite* bereaksi secara langsung dengan  $O_2$



Penghilangan oksigen terlarut dalam air umpan akan mengurangi kemungkinan terjadinya korosi didalam *boiler*.

Kekurangan dosis :

- Menyebabkan korosi dalam sistem *boiler*

Kelebihan dosis :

- Kehilangan energi karena *blow down boiler* harus lebih banyak untuk menurunkan kandungan padatan terlarut dalam air *boiler* dan dapat menaikkan biaya untuk *treatment program*.

#### b. *Phosphate* dan *Polymer dispersant*

Fungsi :

- Mengangkat dan mendispersikan *hardness* (Ca & Mg) atau ion logam lain (Fe) agar tidak menempel pada pipa dan dinding dalam *boiler*.
- Mengurangi terjadinya busa pada *boiler* prinsip kerja Phospat bereaksi dengan Ca, Mg dan Fe dalam *Boiler*



*Polymer dispersant* akan mendispresikan senyawa *phospate* yang terjadi, mis.  $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2$  dan memodifikasi bentuk kristalnya sehingga tidak menempel pada pipa dan dinding *boiler* yang dapat membentuk kerak.

Kekurangan dosis : Menyebabkan korosi dalam sistem *boiler*

Kelebihan dosis : Kehilangan energi karena *blow down boiler* harus lebih banyak.



c. Alkalinity booster

N-214 : Campuran dari produk alkali, *stabilizer* dan *antifoam*  
*Caustion* Soda (NaOH)

Fungsi :

- Menaikkan dan menjaga pH air *boiler* pada batas 8 sampai 11
- Membantu proses pengendapan Mg *hardness* sebagai Mg (OH)<sub>2</sub> yang akan di-dispresikan oleh *polymer*.
- Membantu proses pengikatan silica (SiO<sub>2</sub>) air *boiler* menjadi MgSiO<sub>3</sub> atau Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> untuk dikeluarkan melalui *blowdown*.

Kelebihan dosis :

- Kehilangan energi karena *blowdown* harus lebih banyak.
- Menaikkan biaya untuk *treatment* program
- Menyebabkan *Caustic corrosion* jika pH air *boiler* terlampau tinggi dan terjadi penumpukan caustic pada bagian tertentu pada *boiler*.

Kekurangan dosis:

- Menyebabkan korosi dan pembentukan kerak pada *boiler*.
- Menyebabkan penurunan nilai pH dari pH Netral 7.
- Menyebabkan penebalan kerak pada logam.
- Menyebabkan penurunan nilai bahan

5. Timbulnya Korosi

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Korosi pada *Boiler* timbul dari bahan-bahan pengotor yang

terkandung dalam kondensat. Bahan-bahan kondensat tersebut biasanya terdiri karbondioksida, oksigen, dan garam-garam terlarut, terutama garam-garam natrium yang terambil oleh uap air. Selapis kerak pada permukaan logam, sehingga pemindahan panas turun dan menimbulkan distorsi, yang bila tidak dilakukan pencegahan akan menimbulkan korosi pada pipa-pipa ketel uap. Karena pada ketel uap dan juga pada penerapan lainnya dalam praktek air selalu diganti, maka dalam hal air dengan pH rendah korosi tidak akan berhenti maka dari pada itu korosi dalam ketel uap hanya bisa ditanggulangi dengan cara pencegahan yang optimal dengan menjaga pH air pengisian tetap stabil dan kebersihan dari pipa-pipa yang terdapat yang ada dalam boiler selalu bersih. Pipa-pipa boiler ini harus selalu dirawat agar tidak terjadi korosi.

a. Korosi antar batas butir

Menurut Jones (1992) Di daerah batas butir memiliki sifat yang lebih reaktif. Banyak-sedikitnya batas butir akan sangat mempengaruhi kegunaan logam tersebut. Jika semakin sedikit batas butir pada suatu material maka akan menurunkan kekuatan material tersebut. Jika logam terkena karat, maka di daerah batas butir akan terkena serangan terlebih dahulu dibandingkan daerah yang jauh dari batas butir. Serangan yang terjadi pada daerah batas butir dan daerah yang berdekatan dengan batas butir hal ini biasa disebut *intergranular corrosion*. *Intergranular corrosion* dapat terjadi karena adanya kotoran pada batas butir, penambahan pada salah satu unsur paduan, atau penurunan salah satu unsur di daerah batas butir. Sebagai contoh paduan besi dan aluminium, dimana kelarutan besi lambat maka akan terjadi serangan pada batas butir. Beberapa kegagalan pada 18-8 baja karbon telah terjadi karena *intergranular corrosion*. Ini terjadi dalam lingkungan dimana paduan harus memiliki ketahanan korosi yang sangat baik. Ketika baja dipanaskan pada suhu kira-kira antara  $950^{\circ}\text{F}$  sampai  $1450^{\circ}\text{F}$ , baja tersebut akan peka atau rentan terhadap *intergranular corrosion*.

Sebagai contoh untuk menghindari terjadinya *intergranular corrosion*, maka prosedur kepekaan di panaskan pada suhu  $1200^{\circ}\text{F}$  selama satu jam. Kebanyakan teori tentang terjadinya *intergranular corrosion* didasarkan pada kehilangan atau penipisan kromium di daerah batas butir. Penambahan kromium pada baja akan meningkatkan ketahanan korosi diberbagai kondisi lingkungan.

Umumnya penambahan tersebut berkisar 10% kromium untuk pembuatan baja karbon tahan karat. Jika kromium secara efektif diturunkan ketahanan terhadap korosi akan berkurang.

Berdasarkan lingkungannya, korosi dapat dibedakan ke dalam dua kategori yaitu sebagai berikut :

- 1) Korosi Lingkungan Gas (*Dry Corrosion*).
- 2) Korosi Lingkungan Cairan (*Wet Corrosion*).

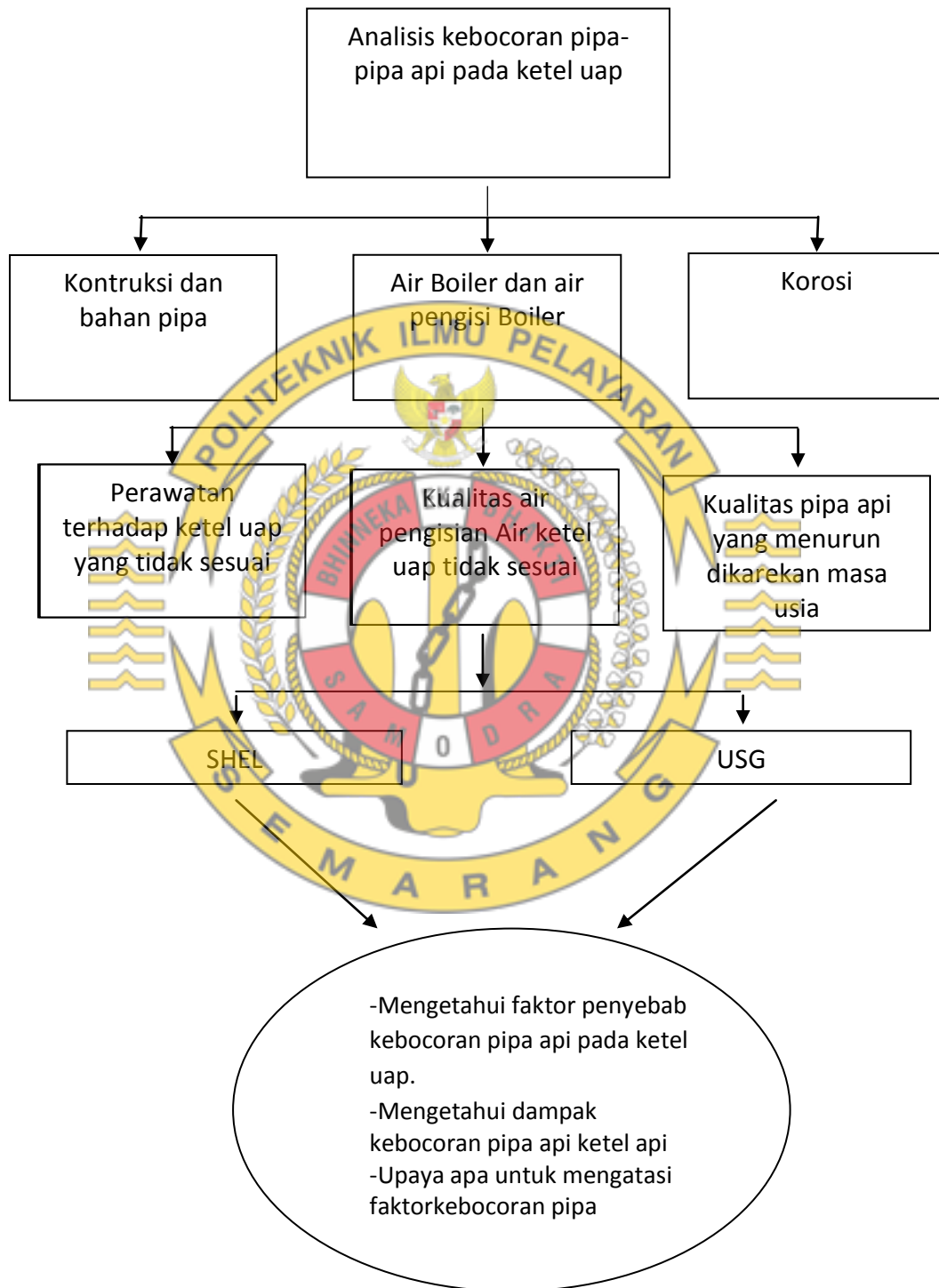
Korosi lingkungan gas dapat terjadi pada lingkungan atmosfer maupun lingkungan gas yang lain. Korosi lingkungan cairan dapat terjadi pada lingkungan air maupun cairan yang lain. Korosi dapat dibedakan berdasarkan suhu korosif yang melingkungi konstruksi logam. Berdasarkan suhu korosif ini, korosi dibedakan menjadi dua kategori, yaitu :

- a) Korosi Biasa/ Suhu Kamar (*Normal Temperature Corrosion*).
- b) Korosi Suhu Tinggi (*High Temperature Corrosion*).

b) Kekerasan (pembentukan batu *boiler*/kerak)

Menurut Tridjono 1996 Pembentukan kerak pada *boiler* mengakibatkan kerugian pada pemindahan panas *boiler*. Panas lebih (*overheating*) dan tersumbatnya pipa dapat ditumbulkan olehnya sehingga terjadi pembongkaran biaya perawatan guna membersihkan pipa-pipa dan flat secara kimiawi. Kekerasan dinyatakan sebagai konsentrasi zat  $\text{CaCO}_3$ . Hal ini untuk memudahkan dalam perhitungan sehingga akan didapat penanganan/tindakan pencegahan agar tetap dalam batas wajar.

## B. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.3 Kerangka pikir penelitian

Berdasarkan kerangka pikir diatas, dapat dijelaskan dari topik yang dibahas yaitu kebocoran pipa, yang mana dari topik tersebut akan menghasilkan faktor penyebab dari topik masalahnya dan penulis ingin mengetahui faktor penyebab tersebut serta upaya ataupun usaha yang dilakukan untuk mengatasi masalah yang ada.

Setelah diketahui upaya apa yang dilakukan, selanjutnya membuat landasan teori dari permasalahan diatas untuk selanjutnya dilakukan analisa hasil penelitian melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka yang dilakukan peneliti yang selanjutnya akan diketahui faktor-faktor apa dan kemungkinan masalah tersebut dapat berkembang melalui metode, dari faktor-faktor yang akan dibahas maka akan menghasilkan simpulan dan saran dari penulis untuk dapat mengatasi kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap.

### C. Definisi Operasional

1. Ketel uap adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan uap air yang akan digunakan sebagai pemanas atau tenaga penggerak.
2. Drum uap adalah bagian dari ketel uap yang berfungsi untuk menampung uap yang diproduksi sebelum dikeluarkan.
3. Drum air adalah bagian yang berfungsi untuk menampung air didalam ketel.
4. Air pengisian adalah air yang digunakan untuk mengisi air ketel
5. Gelas duga (*water level gauge*) adalah bagian yang berfungsi untuk mengetahui level air didalam ketel.
6. Katup pengisian adalah bagian yang berfungsi untuk mengatur pengisian air didalam ketel. Katup pengisian terdapat dua jenis yaitu katup pengisian otomatis dan katup pengisian manual.



7. *Blowdown valve* adalah bagian yang berfungsi untuk membuang kotoran pada air didalam drum air.
8. *Manhole* adalah bagian yang berfungsi sebagai pintu pada saat melakukan perawatan atau perbaikan dan inspeksi pipa – pipa dan komponen yang berada didalam boiler.
9. *Differential Pressure Transmitter (DPT)* adalah bagian yang berfungsi untuk mengukur perbedaan tinggi permukaan air didalam drum air dengan *set point* yang ditetapkan untuk pembukaan katup pengisian air ketel secara otomatis.
10. *Chemical Dosing* adalah bahan kimia yang digunakan untuk menetralkan air ketel.



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah didapatkan melalui suatu penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka penulis dapat menarik kesimpulan mengenai faktor penyebab kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap adalah sebagai berikut :

1. Faktor penyebab kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap adalah sebagai berikut :
  - a. Kategori software adalah kurang berjalannya plan maintenance diatas kapal
  - b. Kategori hardware adalah terjadi korosi pada pipa-pipa
  - c. Kategori environment adalah kualitas air ketel yang buruk
  - d. Kategori liveware adalah kurangnya pengetahuan dan skill
2. Dampak apa yang diakibatkan oleh kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap adalah sebagai berikut :
  - a. Tidak tercapainya tekanan uap yang dihasilkan oleh ketel uap Tekanan uap normal  $6.0 \text{ kg/cm}^2$  turun hingga  $4.0 \text{ kg/cm}^2$  saat terjadi kebocoran pipa api.
  - b. Waktu pelayaran menjadi lebih lama, untuk berlabuh jangkar karena menghentikan mesin kapal pada saat perbaikan dan perawatan kebocoran pipa api ketel uap.
  - c. Membutuhkan biaya tambahan untuk melakukan perawatan terhadap kebocoran pipa-pipa yang sudah tidak layak.

3. Adapun upaya yang dilakukan untuk mengatasi faktor-faktor penyebab kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap, yaitu:

a. kurangnya berjalanya sesuai plan maintenance maka upaya yang harus dilakukan adalah dengan melakukan descaling sesuai dengan jadwal *plan maintenance*.

b. adanya korosi pada pipa-pipa maka upaya yang harus dilakukan adalah dengan melakukan *daily inspection* dan perawatan terhadap pipa-pipa ketel uap secara berkala.

c. kualitas air ketel yang buruk maka upaya yang dilakukan adalah melakukan penambahan *chemical dosing* dan pengetasan kualitas air sesuai buku manual.

d. kurangnya pengetahuan tentang ketel uap maka upaya yang harus dilakukan adalah memberikan training dan ujian sebelum naik kapal serta familiarisasi permesinan diatas kapal.

## B. Saran

Sesuai permasalahan yang telah dibahas dalam skripsi ini, penulis ingin memberikan saran yang mungkin dapat bermanfaat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Adapun saran yang ingin penulis berikan yaitu:

1. Sebaiknya untuk mencegah kebocoran pipa-pipa api pada ketel uap seluruh masinis di kapal selalu menjalankan perawatan sesuai *plan maintenance* dan *manual book*.

2. Sebaiknya Perawatan dan pemeliharaan terhadap kebocoran ketel uap dilakukan secara sistematis dan menyeluruh agar ketel uap berjalan dengan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

Handoyo, Jusak Johan, 2016, *Ketel Uap, Turbin Uap, dan Turbin Gas Penggerak Utama Kapal* (Edisi 3), Djangkar: Jakarta.

Ibid. 2010. *Pengertian Data Primer*

*Instruction Manual For Boiler. 1995. Manual Book.*

Jones. 1992. *Pengertian Korosi Antara Batas Butir*

Sugiyono, 2009, (*Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*), CV Alfabeta

Sugiyono. 2009. *Pengertian Data Sekunder*

Sugiyono. 2010. *Metode Kualitatif*

Tridjono, H. 1996. *Jenis Bahan Pipa*

Wiratna. 2014. *Istilah Metode Penelitian*

Internet :

*Http://maretaknows.wordpress.com/10// mechanical – seal – pengertian – dan - bagian. html. /2011/01/28/ketel-uap-atau-boiler/. Diakses pada 12 Desember 2018*

Ibrahim, Adzikra, 2013, *Pengertian Analisa Menurut Ahli*, Diambil dari :<https://pengertiandefinisi.com/pengertian-analisa-menurut-ahli/>, Diakses pada 12 Desember 2018

Setiawan, Agus, 2016, *Pengertian Studi Kepustakaan*, Diambil dari: <http://www.transiskom.com/2016/03/pengertian-studi-kepuustakaan.html>, Diakses pada 12 Desember 2018



**01. GENERAL PARTICULAR**

OWNER : PT. MERATUS LINE  
 SHIP'S NAME : MV. MERATUS MAMIRI  
 BUILDER : VOLKSWERFT STRALSUND  
 OFFICIAL NUMBER : 2012 Ka No. 5012/L  
 KIND OF SHIP : CONTAINER CARRIER FEEDER  
 NATIONALITY : INDONESIA  
 PORT OF REGISTRY : SURABAYA  
 CLASS OF VESSEL : BKI & B.V  
 SIGNAL LETTERS : P O N E  
 KEEL LAYED : 06 JAN 1995  
 DELIVERED : SEP 1995

MMSI : 525 025 076  
 IMO NO : 9106649  
 INM-C : 452502293 ( Felcom 15 ) & 452502289 ( T.T36 02 A )  
 FBB Telp : +870773173839

E-MAIL

[meratus.mamiri@fleet-meratusline.com](mailto:meratus.mamiri@fleet-meratusline.com)  
[office.meratus.mamiri@fleet-meratusline.com](mailto:office.meratus.mamiri@fleet-meratusline.com)


**02. PRINCIPAL DIMENSION**

LENGTH OVERAL ( LOA ) : 149.60 M  
 LENGTH BETWEEN PERP ( LBP ) : 139.78 M  
 BREADTH MOULDED : 23.10 M  
 DEPTH TO MAIN DECK : 12.80 M  
 SUMMER DEADWEIGHT : 14454 Mtn  
 DRAFT ON SUMMER DEADWEIGHT : 8.60 M  
 DESIGN DRAFT : 7.40 M  
 DEAD WEIGHT ON DESIGN DRAFT : 11267 Mtn  
 FREEBOARD TO MAIN DECK : 3.827 M  
 DIFFERENCE IN FREEBOARD :  
 SUMMER - WINTER : 0.219 M  
 LIGHT SHIP : 5455 Mtn  
 MAX FIXED HEIGHT KEEL-MAST TOP : 44.45 M

**04. CARGO HOLDS CAPACITY**

HOLD # 1 : 5076.0 Cbm  
 HOLD # 2 : 12862.0 Cbm  
 HOLD # 3 : 3182.0 Cbm  
 TOTAL : 21120.0 Cbm

**03. SHIP'S CRANE**

2 ELECTRIC / HYDRAULIC CRANE / MAKER : NMF  
 MAX. LIFTING / OUTREACH : 45 Mts / 25 M  
 : 40 Mts / 28 M

**05. TANK CAPACITY**

MFO : 1665.0 Mts  
 MDO : 112.0 Mts  
 LUB OIL : 131.6 Mts  
 FRESH WATER - AND FEEDWATER : 165.8 Mts  
 BALLAST WATER : 4280.4 Mts

**06. TONNAGE**

	GROSS TONNAGE	NET TONNAGE
REGISTERED TONNAGE	11964 TON	4931 TON
PANAMA CANNAL TONNAGE		10063 TON
SUES CANNAL TONNAGE	12455.79 TON	9788.27 TON

**07. MAIN ENGINE**

MAIN ENGINE : 1 X 7L 50 MC DMR-MAN-B&W  
 MCR : 10010 KW  
 MFO CONS/DAY ON DESIGN DRAFT : ABT 40 Mts  
 SERVICE SPEED ON DESIGN DRAFT : 18.5 Knots

PROPPER : 5 BLADED FIXED PITCH PROPPER : 1 SET : DIA 5300 MM

**08. AUXILIARY MACHINERY**

: 2 SETS DIESEL GENERATOR ZULSER S-20 @ 780 Kw  
 : 1 SET ZULSER S-20 980 Kw / 440 VOLT 3 PHASE

**09. BOW TRUSTER 690 Kw, FIXED PITCH**
**10. CONTAINER INTAKE**

	20 FT	40 FT
ON DECK	646	313 + 20' = 20
IN HOLD	458	222 + 20' = 14
TOTAL	1104	638 + 20' = 34

**11. MAXIMUM STACKLOAD**

	20 FT	40 FT
IN HOLDS	120 Mts	150 Mts
ON DECK	45 Mts	150 Mts
BAY 01/03/33/36 20' OUTER	14.4 Mts	-
BAY 05-13 20' OUTER	43.0 Mts	-
BAY 23-31 20' OUTER	42.5 Mts	-
CROSSBAYS 09/27	39/42 Mts	-

SETYAWAN HANUNG WIBOWO  
 MASTER





Name of Vessel / Nama Kapal	: MERATUS MAMIRI
Gross Tonnage / GT Kapal	: 11 564 Ton
Agent in Port / Kewargan	: MERATUS
Owner's / Pemilik	: MERATUS LINE
Date of Arrival / Tanggal Tiba	: 08 Desember 2011
Date of Departure / Tanggal Berangkat	: 09 Desember 2011

Next Port / Pelabuhan Selanjutnya

[illegible]

Person included master.

### Acknowledgments

Surabaya, 08 Desember 2017

## Lampiran

### TRANSKIP WAWANCARA

Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara peneliti dengan KKM di MV.

Meratus Mamiri yang dilaksanakan pada saat peneliti melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara : Wawancara

Peneliti/ Engine Cadet : Aprilia Arief Setiawan

KKM/Chief engineer : Ashrul Dandu Kasim

Tempat,Tanggal : Engine Control Room, 29 September 2017

Cadet : “Selamat siang chief. Ijin bertanya mengenai ketel uap ? “

KKM : Iya det, Mau Tanya apa det?

Cadet : “Kira - kira faktor apa saja yang menyebabkan kebocoran pada pipa-pipa ketel uap ?

KKM : Banyak faktor yang menyebabkan bisa dari kurang berjalannya plan maintenance , kualitas air ketel, terjadi korosi pada pipa, kurangnya pengetahuan tentang ketel uap .

Cadet : “dampak apa yang disebabkan akibatkan kebocoran pipa-pipa pada ketel uap chief?”

KKM : “tidak tercapainya tekanan uap pada ketel uap dan waktu pelayaran menjadi lebih lama karena untuk perbaikan ketel uap.

Cadet : “ iyaa chief, lalu upaya apa yang dilakukan untuk mengatasi dari faktor kebocoran pipi-pipa tersebut chief?”

KKM : “Melakukan plan maintenance secara teratur, sering melakukan pengecekan pada pipa-pipa ketel uap pada saat docking, melakukan pengetesan terhadap kualitas air ketel, dan lebih

meningkatkan pengetahuan terhadap cara pengoperasian dan perawatan ketel uap’’

Cadet : “ Siap chief. Terimakasih atas informasi yang diberikan, semoga menambah wawasan saya tentang ketel uap chief. Selamat siang chief.”





## Lampiran

### LEMBAR WAWANCARA DENGAN MASINIS 3

MV. Meratus Mamiri

Teknik : Wawancara  
Peneliti/ Engine Cadet : Aprilia Arief Setiawan  
KKM/Chief engineer : Santo Patulak  
Tempat,Tanggal : Engine Control Room, 29 September 2017

Cadet : “ Selamat sore bass. Ijin bertanya tentang permasalahan kebocoran ketel uap? “

MASINIS 3 : “ Iya det, ?”

Cadet : “sebagai penanggung jawab ketel uap di MV Meratus Mamiri menurut bass apa yang mengakibatkan kebocoran pipa api ketel uap ? “

MASINIS 3 : “ menurut saya sebelum saya di sini ketel uap di MV Meratus Mamiri jarang diberi Chemical dan pengecekan agar nilai pH tetap dalam batas ketetapan manual book. Yang mengakibatkan pipa pipa api didalam ketel uap mengalami pengerakan dan timbulnya korosi. Dan sekarang kondisi pipa api ketel uap di MV Meratus Mamiri sudah mengalami penurunan karena jumlah pipa air yang masih berfungsi kurang dari 50%. Dan sekarang boiler si sini hanya digunakan untuk memanaskan bahan bakar FO dan hanya dapat menghasilkan  $4.5 \text{ kg/cm}^2$

Cadet : “ gimana cara bass untuk merawat Auxiliary Boiler yang sudah seperti ini ?

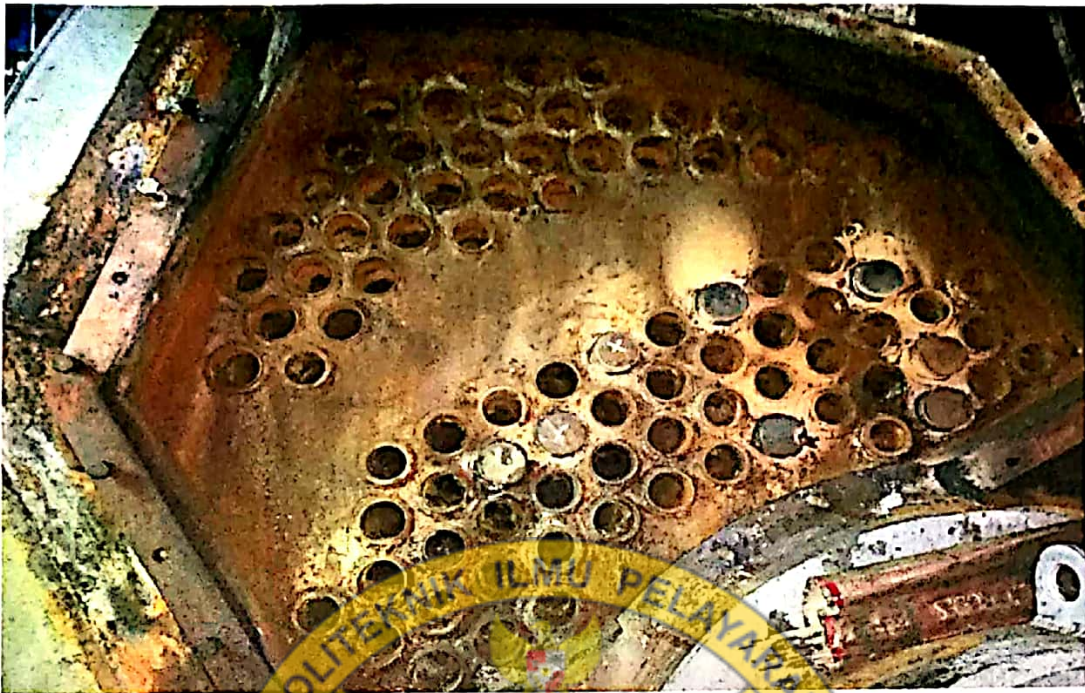
MASINIS 3 : “Sering melakukan pengetesan terhadap air ketel seperti contohnya blowdown boiler, menambahkan chemical, melakukan pengujian kadar choride dll.

Cadet : “Siap Bass. Terimakasih atas informasi yang diberikan, semoga menambah wawasan saya tentang ketel uap. Selamat siang bass.”





## LAMPIRAN



Sumber :Dokumentasi (2017)

Gambar kondisi dalam ketel



Sumber: Dokumentasi (2017)

Gambar kondisi pipa-pipa setelah dibongkar



## CHEMICAL PROPERTIES STORE ON BOARD MONTH OF SEPTEMBER 2017

KIND OF PRODUCT	ROB/L	CONSUMTION	REMARKS
OSD / GAMLEN	0		
CLEAN BREAK / UNITOR	0		
SOOT REMOVER / UNITOR	100		
ELECTRO CLEAN / NALFLET	0		
BWT LIQUID PLUS / NALFLET	10		
CONDENSATE CONTROL	125		
ROCOR NB LIQUID	292	8	CAMPURAN AIR HT : 5 LITER & CAMPURAN AIR LT : 3 LITER
COMBITREAT / UNITOR	30	1	CAMPURAN AIR BOILER
ALKANITY CONTROL / UNITOR	0		
LIQUIREAT / UNITOR	0		
CARBON CLEAN LT / UNITOR	0		
AUTO TREAT	125		
BRAND DSB ALID DESCALLER	150		
AQUATUFF / UNITOR	120		
ELECTRIC CLEANER	40		
AIR COOLER CLEANER	0		
MULTI PURPOSE DEGREASER	40		
DESCALLER/UNITOR	40	10	BERSIHKAN LT COOLER
METAL BRITE	25		

Reported by,

**Santo patulak**

**4<sup>th</sup> / Engineer**

Acknowledge by,

**Asrul D. kasim**

**Chief Engineer**

## LAMPIRAN

### Panduan Pengecekan

Cooling water

#### CHLORIDE TEST

1. Ambil 50 ml contoh air pendingin dalam sebuah gelas bejana yang tersedia.
2. Tambahkan satu tablet chloride dan aduklah dengan cara mengoyangkan gelas bejana tersebut. Contoh air tersebut akan berubah warna menjadi warna kuning.
3. Tambahkan satu tablet lagi sehingga warna berubah dari kuning menjadi warna jingga atau coklat.
4. Jika warna belum berubah maka ulangi penambahan tablet Chloride tersebut sampai benar benar warna dari contoh air pendingin itu menjadi coklat atau jingga.

#### PERHITUNGAN

Chloride ppm = (Jumlah tablet yang digunakan X 20) - 20.

Contoh : Jika jumlah tablet chloride yang digunakan 3 tablet maka nilai chloride ppm nya adalah:

$(3 \times 20) - 20 = 40$  ppm.

5. Catatlah nilai ini didalam lembaran LOG SHEET yang telah ada. Perhatikan tanggal pengambilan test dalam pengisian lembaran LOG SHEET tersebut.

#### pH TEST

1. Celupkan satu lembar lakmus pH test kedalam contoh air pendingin, diamkan selama satu menit sehingga kertas pH tadi berubah warna.
2. Bandingkan perubahan warna yang terjadi dengan nilai warna dari pH di kotak warna.
3. Contohnya bila warna yang timbul adalah sesuai dengan nilai warna 9 maka nilai pH dari air pendingin tersebut adalah pH 9.
4. Catatlah nilai ini didalam lembaran LOG SHEET yang telah ada. Perhatikan tanggal pengambilan test dalam pengisian lembaran LOG SHEET tersebut.

#### CATATAN

Kadar Normal

Nitrite 1000 – 2400 ppm

Chloride 50 ppm maximum

pH 8.3 - 10.0

Jika menggunakan Chemical treatment DIESELGUARD NB perbandingannya adalah 2.0 Kg/ton air.

Untuk setiap 500 gram /ton air dapat menaikan nilai kadar nitrite sebesar 250 ppm.

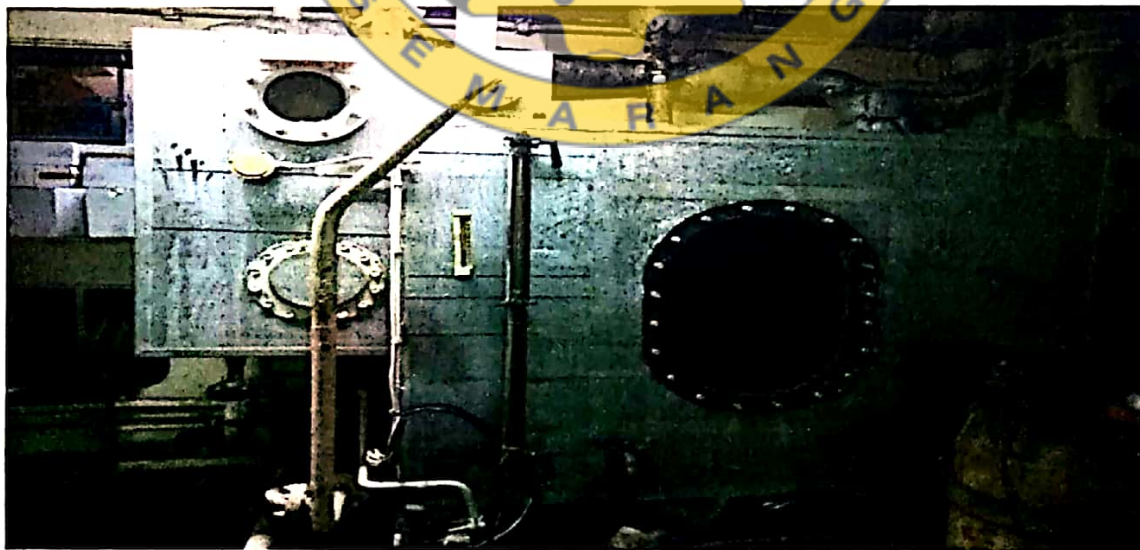
Jika menggunakan Chemical treatment ROCOR NB LIQUID perbandingannya adalah 9.0 liter/ton air.

Untuk Setiap 2.1 liter/ton air dapat menaikan nilai nitrite sebesar 250 ppm.

Page 2 of 2

Sumber : UNITOR

Panduan pengecekan air ketel



Sumber : Dokumentasi (2017)

Gambar Kondisi Cascade tank saat dock



# LAMPIRAN

Diesel Engine Manufacturer: \_\_\_\_\_ Year: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_

Type: \_\_\_\_\_ IMO/Lloyds No.: \_\_\_\_\_  
 Makeup Product: \_\_\_\_\_  
☐ Shore ☐ Diesel ☐ Mixed  
☐ Dieselguard NB ☐ Racor NB Liquid

Capacity, tons:	Date	1-3	4-7	8-11	12-15	16-19	20-23	24-27	28-31
Nitrite as ppm	> or = 2700								
NO <sub>2</sub>	2520								
	2340								
	2160								
Normal Level	1980								
1000-2400 ppm	1800								
	1620								
	1440								
	1260								
	1080								
	900								
	< or = 720								
Chloride ppm Cl	> or = 100								
	80								
	60								
Normal Level	40								
max 50ppm	20								
	0								
pH									
Dieselguard NB kg									
Racor NB Liquid ltr									
Makeup ltr									

Capacity, tons:	Date	1-3	4-7	8-11	12-15	16-19	20-23	24-27	28-31
Nitrite as ppm	> or = 2700								
NO <sub>2</sub>	2520								
	2340								
	2160								
Normal Level	1980								
1000-2400 ppm	1800								
	1620								
	1440								
	1260								
	1080								
	900								
	< or = 720								
Chloride ppm Cl	> or = 100								
	80								
	60								
Normal Level	40								
max 50ppm	20								
	0								
pH									
Dieselguard NB kg									
Racor NB Liquid ltr									
Makeup ltr									

Tested carried out every 3 days

Sumber : UNITOR

Tabel untuk mengisi data kualitas air

**Panduan Pengecekan** **UNITOR Cooling Water Test Kit Nitrite, Chloride & pH**

**SAMPUNG**  
 Contoh air pendingin(jacket cooling water) yang akan di test adalah hal mutlak yang wajib disediakan. Ambilah contoh air pendingin yang akan di test selalu ditempat yang sama. Pastikan kran untuk mengambil contoh air pendingin tersebut selalu dalam keadaan bersih dan tidak ada material lain. Contoh air pendingin yang akan di test harus ditempatkan pada sebuah gelas bejana dengan temperature 20- 25°C. Ambilah contoh air pendingin ini secukupnya dalam suatu bejana.

**TESTING**  
**NITRITE TEST**

1. Ambilah 5 ml contoh air pendingin dengan menggunakan alat suntik yang tersedia. Kemudian masukan contoh air tadi kedalam gelas bejana yang tersedia.
2. Tambahkan air penyulingan(distillate water) ke dalam contoh air pendingin tersebut hingga mencapai 50 ml.
3. Tambahkan dua tablet Nitrite No. 1 dan aduklah dengan cara mengoyangkan gelas bejana tersebut. Sehingga contoh air pendingin berubah warna menjadi putih(bening).
4. Tambahkan satu tablet Nitrite No. 2 dan aduklah dengan cara mengoyang gelas bejana tersebut selama satu menit. Perhatikan perubahan warna pada contoh air pendingin tadi jika warnanya tidak berubah maka tambahkanlah 1 tablet Nitrite no. 2 kemudian lakukan seperti hal tadi.
5. Lanjutkan penambahan tablet Nitrite No. 2 sampai warna dari contoh air pendingin menjadi berwarna Pink(ungu).

**PERHITUNGAN**  
 Nitrite (ppm)= Jumlah table nitrite no. 2 X 180.  
 Contoh : Jika Jumlah tablet nitrite No. 2 yang gunakan ada 9 tablet maka jumlah nitrite yang terkandung adalah 9 X 180 = 1620 ppm.

6. Catatlah nilai ini didalam lembaran LOG SHEET yang telah ada. Perhatikan tanggal pengambilan test dalam pengisian lembaran LOG SHEET tersebut.

Panduan pengecekan air ketel

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Aprilia Arief Setiawan  
Tempat, tanggal lahir : Sukoharjo, 30 April 1995  
Agama : Islam  
Alamat : Pundungsarii Rt. 02 Rw.



05, kel. Malangan Kec.Bulu  
Kab. Sukoharjo

Nama Orang tua

Ayah : (Alm) Bambang Supriyanto

Ibu : Hartini

Alamat : Pundungsarii Rt. 02 Rw.

05, kel. Malangan Kec.Bulu  
Kab. Sukoharjo

Riwayat Pendidikan

Tahun 2000-2006 : SD N 3 DALANGAN

Tahun 2006-2009 : SMP N 6 SUKOHARJO

Tahun 2010-2013 : SMK MUHAMMADIYAH 1 SUKOHARJO

Tahun 2014-sekarang : PIP Semarang

Tahun 2016-2017 : Praktek laut di MV. Meratus Mamiri

PT.Meratus Line